

# Dimensionalidade do espaço ou da extensão: nota sobre a contribuição do jovem Kant\*

Francisco Caruso<sup>1,2</sup> & Zulena dos Santos Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

<sup>2</sup> Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

## 1 Introduction

Neste artigo, apresentam-se novos comentários ao texto *On Kant's First Insight Into The Problem of Space Dimensionality and Its Physical Foundations*<sup>1</sup> e, em particular, a como o espaço é concebido no primeiro escrito de Kant. Em seu trabalho, datado de 1747, o jovem Kant propõe-se a discutir como se pode justificar a tridimensionalidade do espaço.<sup>2</sup> Apesar de explicitamente antecipar que irá demonstrar isto no decorrer do texto, na verdade, limita-se a relacionar a dimensionalidade da extensão à lei da gravitação de Newton. De qualquer forma, esta especulação de Kant foi além da Filosofia e teve grande impacto na discussão moderna acerca da dimensionalidade do espaço.<sup>3</sup> De fato, do ponto de vista da Física, sua conjectura pode ser compreendida no âmbito da formulação de campos clássica da Teoria Newtoniana da Gravitação. Entretanto, alguns pontos filosóficos que levaram o jovem Kant a não ter êxito em provar a natureza tridimensional do espaço ainda merecem atenção. É sobre isto que trata este artigo.

---

\*Publicado em *Tempo Brasileiro* v. 189/190, p. 37-47 (2012).

<sup>1</sup>Francisco Caruso & Roberto Moreira Xavier de Araújo, *On Kant's first insight into the problem of space dimensionality and its physical foundations*, arXiv:0907.3531, submetido à *Kant Studien*.

<sup>2</sup>I. Kant, *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurtheilung der Beweise, deren sich Herr von Leibniz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedient haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen, welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen*, Königsberg, 1747; reprinted in: *Kant Werke*, Band 1, Vorkritische Schriften, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1983. Tradução para o inglês de parte deste trabalho foi feita por J. Handyside e publicada no livro *Kant's inaugural dissertation and the early writings on space*, Chicago, Open Court, 1929, reprinted by Hyperion Press, 1979.

<sup>3</sup>F. Caruso & R. Moreira Xavier, *Causa Efficiens versus Causa Formalis: Origens da Discussão Moderna sobre a Dimensionalidade do Espaço*, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Campinas, ser. 3, v. 4 (2), p. 43-64 (1994).

## 2 Breve exposição dos pressupostos nas ideias do jovem Kant sobre o espaço

Envolvidos na argumentação mecanicista de Kant, construída com o objetivo de explicar porquê são três as dimensões do espaço, estão noções de “causa” e “efeito”, subtendidas como o sentido dos acontecimentos da natureza, e as de “força”, “substância”, “extensão” e “espaço”, as quais se conjugam na seguinte concepção encontrada no início de sua formulação do problema: “Se as substâncias não tiverem uma força a partir da qual possam atuar fora de si próprias, não haveria extensão e conseqüentemente nenhum espaço.”<sup>4</sup> Em outras palavras, sua argumentação baseia-se em uma sequência cognitiva que parte da força exercida sobre os corpos ou substâncias, a partir do que se fazem revelar a extensão e, por conseguinte, o espaço.

Neste ponto, pode-se notar que Kant parece associar espaço à percepção, assim: inicialmente concebe o espaço como dependente da extensão, e esta como resultante do movimento ou ação de um corpo que comporta algo substancial sobre outro corpo (ou sobre a alma), ação esta sintetizada por uma força; quer dizer, só há o espaço e a extensão na medida em que haja uma interação entre corpos oriunda de uma força; é o resultado desta interação o que se percebe, e não propriamente o espaço ou a extensão, pois estes não preexistem à força como causa última, por assim dizer, e são identificáveis na disposição dos corpos ou substâncias entre si, o que é operado pela força. Mas tudo isso é teorizado, o espaço talvez não seja percebido, mas depreendido do que de fato é fenomênico: movimentos e corpos em interação. Ocorre uma explicação física crível para nossa percepção dos acontecimentos.

Vale também recordar que Kant está compartilhando a concepção de Leibniz quanto ao espaço ser relacional, e não a visão de Newton de espaço absoluto, como receptáculo da matéria e dos acontecimentos. Assim, o engenhoso argumento de Kant conjuga ideias newtonianas sobre matéria, força gravitacional e as de Leibniz de espaço relacional e vis viva. Cabe notar, que do ponto de vista da Física, ele faz uma grande confusão, ao associar a vis viva (que hoje se sabe tratar de algo como energia cinética) à força gravitacional. No tocante às ideias de Leibniz, admite Kant que os corpos possuem uma força essencial, inerente à matéria e que antecede a própria extensão. Assim, a interação de substâncias físicas é depreendida da seguinte sequência causal: força, a causa primeira, relação entre corpos, extensão ou ordem ou disposição astronômica dos corpos, e espaço, por fim.

## 3 A argumentação de Kant acerca da pretensa dimensionalidade do espaço

Vejamos agora como se desenvolve o argumento de Kant sobre a tridimensionalidade do espaço, ou melhor, da extensão, a partir da lei da gravitação de Newton. Segundo Caruso e Moreira,<sup>5</sup> o raciocínio de Kant desdobra-se nos seguintes passos:

---

<sup>4</sup>Kant, 1979, p. 7-8.

<sup>5</sup>Francisco Caruso & Roberto Moreira Xavier de Araújo, *op.cit.*.

1º) a aceitação de que existe uma força inerente às substâncias, sem a qual não haveriam extensão e relação – ou seja, sem matéria não se pode perceber a extensão ou o espaço. Logo, este não é apreensível por si, apenas pode ser cogitado logicamente e daí até pode ser consequentemente concebido como “espaço absoluto”, mas, se assim, pende para o domínio metafísico; necessário, portanto, este primeiro passo da argumentação não basear-se na ideia de Newton do “espaço absoluto”, mas da lei física da força;

2º) a hipótese de que tal força é necessária para estabelecer a relação entre os corpos, para a ordem ou disposição astronômica, e sem tal ordem o espaço não existiria. Vemos neste pressuposto que o conceito de força assume um papel fundamental, como essência da matéria e de sua extensão, na explanação de Kant, o que podemos conferir nas suas próprias palavras:<sup>6</sup>

*“Como tudo que deve ser encontrado entre as qualidades de uma coisa deve ser capaz de ser derivado daquilo que contém em si a base mais complete da própria coisa, as qualidades da extensão, e subsequentemente sua natureza tridimensional, deve basear-se nas qualidades da força que as substâncias possuem com relação às coisas com as quais estão conectadas.”*

E sobre a natureza dessa força fundamental, temos a seguinte citação:<sup>7</sup>

*“A força, pela qual uma substância age em união a outras, não pode ser pensada deixando-se de lado uma determinada lei que se revela no modo de sua ação. Uma vez que o caráter dessas leis de acordo com as quais toda uma coleção de substâncias (ou seja, espaço) é medida, em outras palavras, a dimensão da extensão, será igualmente devida às leis segundo às quais as substâncias por meio de suas forças essenciais tentam se conectar.”*

Os autores notam que tal compreensão – da força atuando sobre a substância, daí provocando interações do que, por sua vez, resulta a extensão, uma vez que a substância age para fora de si, e daí fazendo surgir o espaço – revela o espaço como “subsidiário”, inteligível a partir das relações entre as substâncias, compatível com a visão de espaço relacional de Leibniz. Apenas cogitável, e não perceptível, o espaço não é, portanto, tido como um fenômeno físico. Kant, desse modo, se distingue de Newton ao não considerar, como este o fez, o espaço absoluto; o programa newtoniano vale para Kant na medida em que oferece uma lei física capaz de registrar matematicamente os fenômenos gravitacionais da natureza, mas quanto à dimensionalidade do espaço isso não se dá de modo claro. Parece-nos que o jovem Kant tenha notado isso, visto que, por mais vezes e em trechos importantes de sua argumentação, usa o termo “extensão” e não “espaço”.

## 4 Extensão ou espaço?

Para Caruso & Moreira,<sup>8</sup> isso indica o quanto “Kant não compartilha com Galileu a ideia da possibilidade de geometrização da Física”. Quanto a este ponto, gostaríamos de

---

<sup>6</sup>Kant, *op. cit.*, p. 11.

<sup>7</sup>Kant, *op. cit.*, p. 12.

<sup>8</sup>*Op. cit.*

propor aqui uma interpretação diferente. O jovem Kant concebe a realidade física a partir de uma sequência que tem início na força responsável pelas interações entre corpos, do que decorre a extensão, sequência esta passível de medição, o que ele argumenta partir da lei gravitacional, a qual é matematizável. Pode-se imaginar que ele acaba deixando de fora da argumentação o espaço, e acaba se detendo na extensão, porque aquele não se lhe mostra matematizável, com o que não se poderia registrar sua condição física, perceptível. Não sendo matematizável, o espaço lhe parece ter uma natureza metafísica, não sendo, portanto, um fenômeno físico. Kant então não conturba o projeto de Galileu de geometrização da Física; ao contrário, lhe dá sustentação na medida em que parece supor que o critério para uma ideia ou conceito ser correspondente a um fenômeno físico – e não metafísico – reside na possibilidade de matematização do mesmo.

De fato, já neste texto pré-crítico que estamos analisando, Kant relegaria o espaço para o domínio da Geometria, uma vez que não se mostra como dado sensível, podendo apenas ser cogitado por formulações geométricas; por isso Kant não compartilharia o projeto de Galileu de matematização da Física.<sup>9</sup> De qualquer forma, podemos antecipar aqui que essa discussão sobre ser o espaço objeto da Física e/ou da Geometria será superada, ou melhor, dispensável, na *Crítica da Razão Pura*, uma vez que nesta obra o espaço será pensado de forma original, diferente de sua concepção no período pré-crítico. Esse problema aparece com Newton, e é algo em relação a que Kant irá se posicionar na *Crítica da Razão Pura* – as ciências Física e Matemática, que lidam com a experiência possível, a qual pode ser conhecida, distinguem-se da Metafísica, que se ocupa com ideias que não podemos perceber, como “Deus”, “imortalidade da alma” e “liberdade”.

Ao se tomar o espaço como absoluto não se está na verdade legitimando-o como objeto da Física; é preciso reconhecer o quanto soa estranho a proposição de tal conceito sem experimentá-lo e sem registrá-lo matematicamente, constituindo-se apenas em algo logicamente sugerido, o que em nada garante sua realidade ontológica. E pode ser por ter percebido não haver conexão necessária na realidade entre extensão – por interação ou movimento de corpos – e espaço que Kant se limita a argumentar acerca da dimensionalidade da extensão em seu escrito pré-crítico. Quanto ao que o jovem Kant adota do programa newtoniano, vemos que o espaço – ou mais precisamente a extensão – é pensado a partir das leis de força, vislumbrando-se a extensão na disposição dos corpos ao se compor uma ordem, a qual é provocada pela força – em última análise é como se a extensão dependesse da força, e esta é calculada pela distância entre os corpos; e uma vez que a medição deste fato físico é um processo racional, é a mente humana que passa a ser legitimadora do conhecimento, e não a graça ou o desejo divinos – aliás, é tal enfoque que consistirá a revolução copernicana às avessas como projeto da *Crítica da Razão Pura*, na medida em que Kant pretende com isso explicitar o nosso modo de conhecer por condições mentais a priori, necessárias e universais, projeto esse que ele denomina de *Filosofia Transcendental*; neste projeto crítico, serão descritos as possibilidades e os limites da mente ou razão humana; e conquanto uma tendência natural da razão, a metafísica extrapola o campo da experiência possível. Naturalmente, este novo espaço a priori não pode ter qualquer de suas propriedades determinadas por uma lei da Física, produto do intelecto humano, como imaginou o jovem Kant.

---

<sup>9</sup>Caruso & Moreira, *op. cit.*. Os autores afirmam que o matemático Bernhard Riemann recuperará a possibilidade de se pensar o espaço como fenômeno físico e geométrico.

## 5 A natureza do espaço

Não podemos perder de vista que, em 1747, Kant abre mão de provar a tridimensionalidade do “espaço”, limitando-se a discutir a da “extensão”; podemos reconhecer que ele não faz uso do conceito de “espaço absoluto” de Newton; ele parte do conceito de força para fundamentar a ideia de extensão; precisamos notar também que uma vez possível ou pertinente um cálculo a partir de uma lei de força, esta noção fundamental dos eventos da natureza não assume uma conotação metafísica, consolidando sua plausibilidade em eventos empíricos ilustrativos da expressão da lei gravitacional. Assim, a extensão pensada matematicamente em seu sistema de forças e disposição dos corpos é a revelação empírica que pode ser objeto da Física. Contudo, o espaço absoluto não pode ser apreendido empiricamente, apenas o espaço relacional, *i.e.*, aquele entendido como extensão nas configurações da lei de força, como concebe o jovem Kant. Cabe aqui, para marcar diferença com essa perspectiva de Kant, citar como Max Jammer refere-se ao entendimento de Newton sobre os espaços relativo e absoluto:<sup>10</sup>

*“Ao acreditar que tempo, espaço, lugar e movimento eram conceitos bem conhecidos por todos, Newton, como vemos, não se sentiu convocado a fornecer uma definição rigorosa e precisa desses termos. Todavia, como essas noções só surgiam ligadas a objetos sensíveis, certos preconceitos aderiam a elas. Para superá-los, Newton julgou necessário estabelecer distinções entre o absoluto e o relativo, o verdadeiro e o aparente, o matemático e o comum. Visto que o espaço era homogêneo e indiferenciado, suas partes eram imperceptíveis e indistinguíveis para nossos sentidos, de modo que era preciso substituí-lo por medidas sensíveis. Esses sistemas de coordenadas, como hoje os chamamos, são os espaços relativos de Newton.”*

E continua:

*“Na física moderna, os sistemas de coordenadas não passam de uma ficção útil. Mas não era assim para Newton. Dada a concepção newtoniana realista dos objetos matemáticos, é fácil compreender por que esses espaços relativos formavam ‘medidas sensíveis’. Não só o corpo que servia de referência era acessível aos nossos sentidos, como o ‘espaço relativo’ dependia dele. Mas essa acessibilidade à percepção sensorial produzia uma noção que só tinha validade provisória e à qual faltava generalidade. Era bem possível que não houvesse nenhum corpo em repouso, ao qual os lugares e movimentos dos outros corpos pudessem ser referidos; em suma, todos aqueles espaços relativos talvez fossem sistemas de coordenadas em movimento. Mas movendo-se em quê? Para responder a essa pergunta, Newton abandonou o âmbito da experiência, ao menos provisoriamente. Com palavras que se tornaram famosas – ‘Nas investigações filosóficas, devemos nos abstrair de nossos sentidos’ – introduziu o espaço absoluto e imutável, do qual o espaço relativo era apenas uma medida.*

---

<sup>10</sup>Max Jammer, *Conceito de Espaço: A História das Teorias do Espaço na Física*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2010, p. 135.

*O grau último de exatidão, a verdade suprema, só poderia ser alcançado em referência a esse espaço absoluto.*<sup>11</sup>

E Jammer ainda chama atenção para algumas questões pertinentes:

*“Nesse ponto podemos indagar: o que garantiria a verdade última do espaço absoluto (...). Na época de Newton, essa questão tornou-se sumamente controversa e assim permaneceu até o começo do século XX. Seria o conceito de espaço absoluto uma necessidade da Física? Ou seria possível construir um sistema conceitual coerente que explicasse todos os fenômenos físicos sem recorrer a esse conceito?”*<sup>12</sup>

Pelo que vimos sobre a argumentação do jovem Kant a respeito do problema da dimensionalidade do espaço, ele parece estar ciente dessa controvérsia e toma uma posição que não contempla a ideia de espaço absoluto naquela sua argumentação, fazendo predominar uma explicação dos fenômenos físicos o mais empírica possível, por assim dizer, “próxima” de nossa percepção ou intuição sensível.

Na CRP, contudo, o espaço assumirá uma conotação transcendental, como condição de possibilidade a priori da intuição, apreensão sensível dos dados físicos; espaço assim consiste em um modo como podemos conhecer, sendo uma forma pura para percebermos os fenômenos, os dados sensíveis.<sup>13</sup>

Caruso e Moreira<sup>14</sup> entendem que uma das contribuições do jovem Kant é a de romper com a visão aristotélica sobre o espaço, pensando força como causa eficiente deste por meio do conceito de ordem. Aqui vale uma digressão. A partir disso pode-se reconhecer a pertinência da ideia de espaço curvo pensada por Einstein, se se admite que a possibilidade dessa curvatura deve-se a alguma força exercida sobre o espaço.

O espaço absoluto é defendido por Newton, um espaço metafísico, com pertinência lógica até – ou mesmo necessidade lógica, uma vez que em tese é de tal modo oposto à compreensão de espaço relacional de Leibniz –, mas não propriamente físico, ainda que Newton o considere uma verdade ontológica. Na perspectiva de Newton, o espaço absoluto permite, por sua necessidade lógica e ontológica, apreensão, descrição, medição dos fenômenos que ocorrem em sua abrangência. É o que podemos ver brevemente em palavras de Max Jammer:<sup>15</sup>

*“Para Newton, o espaço absoluto era uma necessidade lógica e ontológica. Era um pré-requisito necessário para a validade da primeira lei do movimento:*

---

<sup>11</sup>Max Jammer, *op. cit.*, p. 136.

<sup>12</sup>*Ibid.*, p. 136-137.

<sup>13</sup>No seu texto pré-crítico, Kant vislumbrou a possibilidade de o espaço constituir-se de diferentes números de dimensões. Tal perspectiva será pertinente a partir da CRP: se espaço é condição pura da experiência, e se esta pode ser pensada por leis físicas e medições matemáticas executadas sobre os fenômenos percebidos, então a matemática como ciência possível, assim como a Física, pode construir conceitos diversos, como, por exemplo, o de “dimensão”. Sendo assim, espaço não é fundamentalmente tridimensional – ele o é na Geometria Euclidiana, e conforme nossa percepção cotidiana –, mas antes é forma a priori da sensibilidade, condição para se perceber os dados empíricos, não é um dado natural, nem absoluto ou particular, é forma pura, é condição mental para percepção da natureza.

<sup>14</sup>*Op. cit.*

<sup>15</sup>Max Jammer, *op. cit.*, p. 137.

*‘Todo corpo preserva o estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja compelido a modificar esse estado por forças imprimidas sobre ele.’ O movimento retilíneo uniforme exigia um sistema de referência diferente do de qualquer espaço relativo arbitrário. Além disso, o estado de repouso pressupunha tal espaço absoluto.”*

E para o Kant no período crítico, o espaço não é físico, nem é uma verdade ontológica exterior à mente humana; o que o espírito ou a mente apreende são objetos extensos “espacialmente”, ou melhor, em uma ordenação, em relações; o espaço é uma forma ou condição mental para a percepção das coisas nas relações entre si, em uma extensão. Será que resquícios dessa compreensão que alcançará em sua maturidade podem estar contidos no discreto abandono da tese de que seria possível provar a tridimensionalidade do espaço e não apenas a da extensão, já no texto de 1747? Podemos fazer outra e rápida digressão ao considerarmos as palavras de Kant, no seu texto de juventude, sobre ser a mente ou “alma” humana uma espécie de estado que se modifica com as impressões causadas pelos corpos quando percebidos pela mente, *i.e.*, esta é afetada como se fosse também uma “substância” que sofre os efeitos da matéria do mundo, por assim dizer: “(...) a matéria, por intermédio da força, que tem no movimento, altera o estado da alma por quanto a alma representa o próprio mundo.”<sup>16</sup> E é curioso que, na CRP, Kant pretende elucidar como os dados naturais nos aparecem, como o mundo é representado pela mente, descrevendo o “aparelho de medida mental” na sua capacidade de ser afetado pelo mundo e enquanto afeta este apreendendo-o como fenômeno, *i.e.*, como aparece a ele segundo as condições de possibilidade a priori do conhecimento da experiência, condições puras que são mentais.

## 6 Comentários finais

Retomemos a exposição sobre a argumentação de Kant acerca da natureza do espaço. O jovem Kant entende o espaço como objeto de estudo da Geometria e não da Física – uma vez que não intuído no domínio da experiência, e não sendo também um pressuposto metafísico, como concebeu Newton com a ideia de “espaço absoluto”. Portanto, o espaço passaria a ser abordado com legitimidade unicamente pela Matemática. Este tipo de questão vai voltar a ser debatido, tanto científica como filosoficamente; por exemplo, quando Bernhard Riemann defende que “a matemática poderia determinar a estrutura métrica do espaço.”. Tal afirmativa antecipa as correlações entre substância, espaço físico e espaço geométrico que estão por trás dos Fundamentos da Teoria da Relatividade Geral de Einstein e, em última análise, fazem Einstein aceitar a existência de um éter gravítico<sup>17</sup> embora descartasse o éter luminífero.

Concluindo, gostaríamos de lembrar que não há outro lugar na obra de Kant no qual ele retorne a tentar estabelecer uma base física para a dimensionalidade do espaço. Apenas

---

<sup>16</sup>Kant, *op. cit.*, p. 7-8.

<sup>17</sup>Albert Einstein, O éter e a teoria da relatividade. Conferência feita na Universidade de Leyden, em maio de 1920, e publicada em francês em *Réflexions sur l'Electrodynamique, l'Éther, la Géométrie e la Relativité*, Paris: Gauthier-Villars, 1972.

nos manuscritos coligidos nos *Opus Postumum*<sup>18</sup> há uma referência a esta questão, mas que, quis o destino, em nada colabora para esclarecer como o Kant maduro refletiu sobre seus escritos da juventude. É com esse fragmento, e chamando atenção para o ponto no qual ele se interrompe, que gostaríamos de concluir o artigo:

*“A qualidade do espaço e do tempo, por exemplo, que o primeiro tem três dimensões e que o segundo, somente uma, que a revolução é regida pelo quadrado das distâncias são princípios que ...”.*

---

<sup>18</sup>E. Kant, *Opus Postumum – passage des principes métaphysiques de la science de la nature à la physique*, translation, presentation and notes by F. Marty, Paris, Press Univ. de France, 1986, p. 131.